

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **02-068820**

(43)Date of publication of application : **08.03.1990**

(51)Int.Cl.

H01B 12/10  
C04B 35/00

(21)Application number : **01-173866**

(71)Applicant : **ASEA BROWN BOVERI AG**

(22)Date of filing : **05.07.1989**

(72)Inventor : **DERSCH HELMUT**

(30)Priority

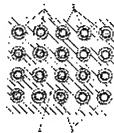
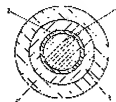
Priority number : **88 3822684** Priority date : **05.07.1988** Priority country : **DE**

## (54) WIRE OR CABLE TYPE ELECTRIC CONDUCTOR

### (57)Abstract:

PURPOSE: To improve the density of a critical limiting current flowing through an electric conductor by providing a metal sheath around it and embedding its filament cores into a highly permeable and flexible magnetic material.

CONSTITUTION: Each filament core 1 of an electric conductor which comprises as the base a ceramic high-temperature superconductor provided with a metal sheath 3 and is divided into a plurality of filaments is embedded into a highly permeable and flexible magnetic material 4. The magnetic material preferably comprising Fe, Ni or an alloy made of either metal must have a permeability of at least 10 and a saturation of its magnetic induction of at least 0.2 tesla. The electric conductor has a diameter of its cores of 2 to 200 $\mu$ m, and is formed as a multi-filament conductor having a common embedding part in which the cores are sealed at their every side into the continuous, flexible magnetic material 4. That constitution quadruples the density of its critical limiting current as compared with a wire or cable type high-temperature superconductor not shielded.



## ⑫ 公開特許公報(A) 平2-68820

⑬ Int. Cl.<sup>8</sup>H 01 B 12/10  
C 04 B 35/00

識別記号

Z AA  
Z AA

庁内整理番号

7826-5G  
8924-4G

⑭ 公開 平成2年(1990)3月8日

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全5頁)

⑮ 発明の名称 ワイヤ又はケーブル形態の電気導線

⑯ 特 願 平1-173866

⑰ 出 願 平1(1989)7月5日

優先権主張 ⑱ 1988年7月5日 ⑲ 西ドイツ(DE) ⑳ P3822684.7

㉑ 発 明 者 ヘルムート デルシュ スイス国 8116 ヴューレンロス シレシュタイヒ 45  
 ㉒ 出 願 人 アゼア ブラウン ボ スイス国 ツエーハー5401 バーデン ハーゼルシュトラ  
 ヴェリ アクチエンゲ ーセ 16  
 ゼルシャフト  
 ㉓ 代 理 人 弁理士 中 村 稔 外7名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

ワイヤ又はケーブル形態の電気導線

## 2. 特許請求の範囲

(1) 形式  $REBa_2Cu_3O_{6.5+y}$  (REは希土類金属を示し、 $0 < y < 1$ であり)又は形式  $(La, Ba, Sr)_2CuO_4$  のセラミック高温超電導体をベースとする多フィラメント導体又はシース付きワイヤより成るワイヤ又はケーブルの形態の電気導体であって、上記超電導体は、コア(1)が金属シース(3)内にあって、このシースが機械的な支持体及び非常電流導体として作用するように構成された電気導体において、金属シース(3)が設けられて、複数のフィラメントに分解された電気導線の各フィラメントのコア(1)は、透磁率の高い柔軟な磁気材料(4)に埋設されることを特徴とする電気導体。

(2) 上記磁気材料(4)は、透磁率が少なくとも10で且つ磁気誘導の飽和が少なくとも0.2テスラの鉄或いはニッケル合金である請求項1に

## 記載の電気導体。

(3) 個々のコア(1)の直径が2ないし200  $\mu m$ で、連続する柔軟な磁気材料(4)の形態の全ての側が閉じた共通の埋設部をコアが有しているような多フィラメント導体として形成された請求項1に記載の電気導体。

(4) 酸素のための拡散バリア(2)がコア(1)と金属シース(3)との間に配置された請求項1に記載の電気導体。

## 3. 発明の詳細な説明

## 産業上の利用分野

本発明は、超電導体技術に係る。近年、超電導特性を示す材料が益々重要なものとなってきている。特に、希土類/Ba/Cu/O形式の新たな超電導材料が発見されると、50 K以上の温度でも超電導特性を示すので、超電導体の用途が著しく拡張されることになる。

本発明は、ワイヤ形態のセラミック高温超電導体より成る成分のそれ以上の開発及び改良に関するもので、工業用の大量生産の要求についての検討をもたらすものである。

特に本発明は、形式 $REBa_2Cu_3O_{6.5+y}$  (REは希土類金属を示し $0 < y < 1$ であり)又は形式 $(La, Ba, Sr)_2CuO_4$ のセラミック高温超電導体をベースとする多フィラメント導体又はシースで覆われたワイヤより成るワイヤ又はケーブル形態の電気導体であって、上記超電導体は、コアが金属シース内にあって、このシースが機械的な支持体及び非常電導体として

(ductor)」を参照されたい)。この場合、酸素を含む雰囲気(空気)中で、即ち、ある $O_2$ 分圧のもとで焼結が行なわれる。従って、周囲の焼結雰囲気は、コンパウンドの若干超化学量論的な酸素含有物を得るように作用する。又、細い銀のチューブ内で焼結プロセスを実行することも提案されている。銀は、酸素元素に浸透し、酸素が拡散によってコア材料に入り込むようにする(平210川崎市幸区(株)東芝、R+Dセンター、H. ヨシノ、N. フクシマ、Mニウ、S. ナカヤマ、Y. ヤマダ及びS. ムラセ著の「90 Kにおいてゼロ抵抗状態及び77 Kにおいて電流密度 $510 A/cm^2$ の超電導ワイヤ及びコイル(Superconducting wire and coil with zero resistance state at 90 K and current density of  $510 A/cm^2$  at 77 K)」を参照されたい)。

セラミックの高温超電導体は、比較的低い臨界電流密度について顕著なものであり、それらの一般的な使用が妨げられる。明らかなように、超電導と作用不能にするのに弱い磁界で充分である。

作用するように構成された電気導体に関する。

## 従来の技術

出発材料の粉末を作成して混合し、そしてそれらを後で熱処理することにより $REBa_2Cu_3O_{6.5-7}$ の超電導体を形成することが知られている。使用する出発材料は、一般に、 $Y_2O_3/CuO$ 及び $BaCO_3$ 又は $BaCO_3$ である。 $BaCO_3$ の場合には、更に別の焼プロセスによって $CO_2$ を過放ししなければならない(1987年5月発行の「Jap. Jour. of Applied Physics」第26巻、第5号の第L736-L737頁に掲載されたT. カワイ及びM. カナイ著の「高 $T_c$  Y-Ba-Cu-O超電導体の作成(Preparation of high- $T_c$  Y-Ba-Cu-O Superconductor)」; 1987年5月発行の「Jap. Jour. of Applied Physics」第26巻、第5号の第2865-2866頁に掲載されたY. ヤマダ、Nフクシマ、S. ナカヤマ及びS. ムラセ著の「ワイヤ形式Y-Ba-Cu酸化物超電導体の臨界電流密度(Critical current density of wire type Y-Ba-Cu oxide supercon-

このため、例えば、電流搬送導体の自己磁界でも充分である。現在入手できるセラミック材料は、この自己磁界作用によって常に制限される。

## 発明の構成

従って、本発明の目的は、できるだけ高い電流搬送容量を有すると共に、自己磁界の有害な影響が臨界電流密度 $J_{crit}$ にほぼ抑制されるようなセラミック高温超電導体をベースとするワイヤ又はケーブル形態の新規な電気導体を提供することである。この導体は、大きなまっすぐな寸法を有し且つ再現可能な物理的特性を有するようにして簡単に製造できなければならない。

この目的は、前記した導体において、金属シースが設けられて、複数のフィラメントに分解された電気導線の各フィラメントのコアは、造磁率の高い柔軟な磁気材料に埋設されることを特徴とする電気導体によって達成される。

## 実施例

以下、添付図面を参照して、本発明の好ましい実施例を詳細に説明する。

図面全体にわたって同様の又は対応する部分  
が同じ参照番号で示された添付図面を参照すれば、  
第1図は、最終的な段階、即ち、圧延、鍛造、す  
え込み、引っ張り等の後のワイヤ（基本的な構造）  
の断面を概略的に示している。参照番号1は、例  
えば、形式  $REBa_2Cu_3O_{6.5+y}$  のセラミック  
の超電導材料のコアであり、但し、REは希土類  
金属でありそして  $0 < y < 1$  である。参照番号2  
は、タンタル、ニオブ、バナジウム、ニッケル、  
等より成る拡散バリアであり、これは、コア材料  
（超電導体本体1）から出る酸素の移動をほゞ阻  
止する。もちろん、拡散バリア2は、これら元素  
の少なくとも2つの合金で構成されてもよい。参  
照番号3は、例えば、銅又は銀のチューブのよう  
な金属のシースであり、これは、幾何学形状を維  
持する機械的な支持体及び非常電流の導体として  
働く。参照番号4は、コア1及び金属シース3を  
同心的に包囲する高透磁率の柔軟な磁気材料であ  
り、これは、通常そうであるように、電流を搬送  
する導体の自己磁界をそれ自体に「吸引」する。

チール）のプリズム状ブロックに距離12mmで直  
径8mmの穴をあけた。粉末混合物が充填されたチ  
ューブ部分をこれらの穴に挿入した。プリズム状  
のステールのブロックをグループ付きのロールに  
よりその元の断面の約1/16に減少し、超電導  
材料1が充填された穴はまだ直径が約1.25mm  
であった。このようにして形成された直径約50  
mmのロッドを、引っ張りを取り返すことにより、  
直径5mmまで徐々に減少し、その直後にアニール  
を取り返した後、ワイヤ直径1mmまで引っ張った。  
このとき、個々のフィラメントは直径が約25μ  
mとなった。最終的な整形の後に、巻かれたワイ  
ヤを熱間イソスタティック加圧装置に入れ、これ  
にアルゴンを通らせた。圧力は200バールで  
ありそして温度は10時間の間に徐々に930℃  
まで上げた。この状態を4時間保持し、次いで、  
多フィラメント導体を25℃/hの割合で室温ま  
で冷却した。アニール処理により、反応性焼結の  
結果として超電導コンパウンド  $YBa_2Cu_3O_x$   
が形成された。

第2図は、多フィラメント導体の概略的断面図  
である。これは、第1図に対応する基本的構造を  
有する平行ファイバの束である。参照番号は、第  
1図と全く同じである。個々の導体は、柔軟な磁  
気材料4内しっかりと埋め込まれる。

例1:

第1図及び第2図を参照されたい。

次の式に対応する組成を超電導材料のコア1  
として選択した。

$YBa_2Cu_3O_x$

このため、内径が5mmで外径が8mm（壁厚が  
1.5mm）の銅のチューブの形態の中空金属シー  
ス3の内部に200μm厚みのニッケル層を拡散  
バリア2として設けた。次いで、銅のチューブに、  
次のような量の比を有する粉末混合物を充填した。

1モル	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
3モル	BaO
1モル	BaO
6モル	CuO

柔軟な磁気材料4（この場合には、柔軟なス

柔軟な磁気埋め込み材料のない直径1mmのコンパ  
クトな超電導体と比較すると、次のようになる。

コンパクトなワイヤの電流搬送容量は約5A  
であり、これは、約600A/cm<sup>2</sup>の臨界電流密度  
に対応する。一方、多フィラメント導体の電流搬  
送容量は20Aであり、これは、保護されない材  
料の電流密度の4倍に対応する。この点について、  
次のような考察が考えられる。

最近の調査では、強力な磁界依存性が臨界電  
流を制限するファクターであると分かっている。電  
流の自己磁界Hが典型的に20エルステッドの臨  
界値を越えると、材料の超電導特性が失われる。  
これから明らかにように、フィラメントは電流密  
度  $J_{crit}$  を搬送し、これは、半径Rが小さいほど  
大きくなる。というのは、最大自己磁界が  $H =$   
 $J_{crit} \cdot 2\pi / c \cdot R$  だからである。これは、実  
験から分かったものである。同様の考察から、薄  
いフィルムは、厚いフィルムよりも大きな電流密  
度を搬送することも分かっている。

フィラメントの電界は、自己磁界Hと、他

のフィラメントの全磁界H<sub>g</sub>とで構成される。H<sub>g</sub>はケーブルの周囲で最大となり、その点において200エルステッドとなる。磁気遮蔽により、この値は、ここに示す形状に対し約 $\mu/5$ の係数で減少される( $\mu$ は磁気材料の透磁率である)。柔軟なスチール(軟鋼)の場合には、これにより、 $H=200$ エルステッドに対し典型的な値 $\mu/5=20$ が得られ、即ち、H<sub>g</sub>がフィラメントにおいて10エルステッドとなる。自己磁界を計算しなければならず、全電流20Aの場合に、各フィラメントは16mAの電流を搬送する。フィラメント直径が25 $\mu$ mの場合には、これが4エルステッドの磁界となる。それ故、最大磁界は、 $10+4=14$ エルステッドより大きくなることはない。

## 例2

第1図及び第2図参照。

次の式に対応する組成を超電導材料のコア1として選択した。



磁気材料4を形成した。次いで、束は、中間でアニーリングをしながら引っ張りを繰り返すことにより直径1mmまで減少した。7個のこのような束を各々の場合にもう1度組合せて引っ張り直径1mmにした。7個の最後の束をもう1度組合せ、約1.4mmの最終直径まで引っ張った。個々のフィラメントは直径がまだ20 $\mu$ mであった。次いで、多フィラメント導体を最終的な巻き取り形態に変換し、反応焼結プロセスを受けた。1000パールの酸素雰囲気中において920℃の温度で8時間アニーリングを行なった。次いで、500℃までゆっくりと冷却を行ない、その後、室温まで急速に冷却した。調査の結果、多フィラメント導体の電流搬送容量は約2500A/cm<sup>2</sup>の臨界電流密度に対応することが分かった。

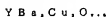
これらの考察については、上記例1の説明がそのまゝ有効である。

本発明は、上記した実施例に限定されるものではない。主として、ワイヤ又はケーブル形態の電気導体は、形式 $REBa_2Cu_3O_{6.5+y}$ (REは

出発材料として酸化物の粉末を使用した。粉末混合物は次のような量の比を有するものであった。

1モル	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
2モル	BaO
2モル	BaO
6モル	CuO

これは、次の式で表わされた仮定的なコンパウンドに対応する。



内径が5mmで外径が9mm(壁厚が2mm)で金属シースとして働く銀のチューブの内部に20 $\mu$ m厚みのタンタル層を拡散バリア2として設け、次いで、内径が9mmで外径が13mmのニッケルチューブ4に挿入した。次いで、7本のチューブを組み立てて、束(束直径約39mm)を形成した。これらチューブに粉末混合物を充填し、束全体を850℃のグルーブ付きロールにより約5mmの直径に減少した。このプロセスにおいて、ニッケルチューブを溶接してコンパクトな本体を形成し、

希土類金属を示しそして $0 < y < 1$ であり)又は形式 $(La, Ba, Sr)_2CuO_4$ のセラミック

高値超電導体をベースとする多フィラメント導体又はシース付きワイヤより成り、上記超電導体は、コアが金属シース内にあって、このシースが機械的な支持体及び非常電流導体として作用するように構成され、金属シースが設けられて、複数のフィラメントに分解された電気導線の各フィラメントコアは、透磁率の高い柔軟な磁気材料に埋設される。この磁気材料としては、Fe、Ni及び/又はそれらの合金が適当であるが、透磁率は少なくとも10であり、一方、磁気誘導の飽和が少なくとも0.2テスラでなければならない。

電気導体は、個々のコアの直径が2ないし200 $\mu$ mで、これらのコアが連続的な柔軟な磁気材料の形態の全ての側が閉じた共通の埋設部を有するような多フィラメント導体として形成される。

酸素に対する拡散バリアが金属シースとコアとの間に組み込まれるのが好ましい。

本発明の効果は、遮蔽しないワイヤ型又はケ

ーブル型高温超電導体に比して臨界制限電流密度を4倍増加することである。又、電流搬送容量は、交流動作の場合にも、磁気遮蔽によって実質的に増加される。

上記説明に鑑み、本発明の種々の変更や修正が明らかとなろう。それ故、特許請求の範囲内で、上記とは異なったやり方でも実施できることを理解されたい。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、ワイヤ（基本構造）の断面図、そして

第2図は、多フィラメント導体の断面図である。

1・・・コア

2・・・拡散バリア

3・・・金属シース

4・・・柔軟な磁気材料

FIG.1

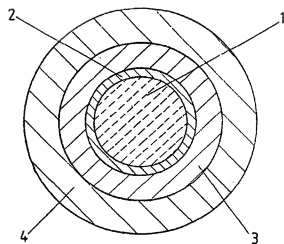
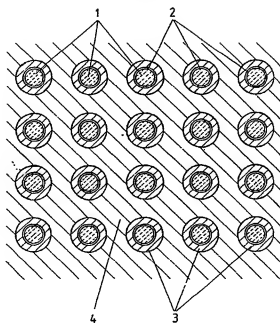


FIG.2





【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第1区分

【発行日】平成9年(1997)5月16日

【公開番号】特開平2-68820

【公開日】平成2年(1990)3月8日

【年通号数】公開特許公報2-689

【出願番号】特願平1-173866

【国際特許分類第6版】

H01B 12/10 ZAA

C04B 35/45 ZAA

H01B 13/00 565

【F I】

H01B 12/10 ZAA 4232-5L

13/00 565 D 4232-5L

C04B 35/00 ZAA K 8924-4G

手 続 所 正 書

8.6.-7

平成 年 月 日



特許庁長官 清 川 佑 二 殿

1.事件の表示 平成1年特許願第173866号

2.補正をする者

事件との関係 出 願 人

名 称 アゼア ブラウン ボヴェリ アクチュエンゲルシャフト

3.代 理 人

住 所 東京都千代田区丸の内3丁目3番1号

電話 (代) 3211-8741

氏 名 (899) 丹理士 中 村 敬



4.補正命令の日付 日 発

5.補正により増加する請求項の数 1

6.補正の対象 明細書の特許請求の範囲の欄

7.補正の内容 別紙記載の通り

特許請求の範囲

1. 機械的な型枠体として、そして非荷電導体として働く金属シース(1)でセラミックの高抵抗導体から成るコア(2)を被覆して各ファイラメント導線を構成して成る多ファイラメント導線を備えるワイヤーもしくはケーブルの形の導電体において、各ファイラメント導線を束るかな導性材料のブロックに別々に埋め込んで、それぞれのファイラメント導線を個別に包圍し、前記の導性材料の遮断率は少なくとも10であり、電気導電率は少なくとも0.2Tであることを特徴とした導電体。
2. 束るかな導性材料は鉄、ニッケル又は鉄合金もしくはニッケル合金である請求項1に記載の導電体。
3. 各コアの直径は2  $\mu\text{m}$ から200  $\mu\text{m}$ の範囲である請求項1もしくは2に記載の導電体。
4. 束束のための複数バリエーション(2)を各ファイラメント導線のコア(1)と金属シース(3)との間に配置した請求項1、2もしくは3に記載の導電体。
5. 高抵抗導体の組成はS E B a ; C u ; O . . . ; もしくは(L a , B a , S r ) ; C u O . . . ; であり、S Bは導土無金属であり、 $0 < x < 1$ である請求項1、2、3もしくは4に記載の導電体。